



DE 197 44 067 A 1

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift DE 197 44 067 A 1

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 D 41/22
F 02 P 11/02
F 01 N 9/00
G 01 M 15/00

②1 Aktenzeichen: 197 44 067.3
②2 Anmeldetag: 6. 10. 97
④3 Offenlegungstag: 8. 4. 99

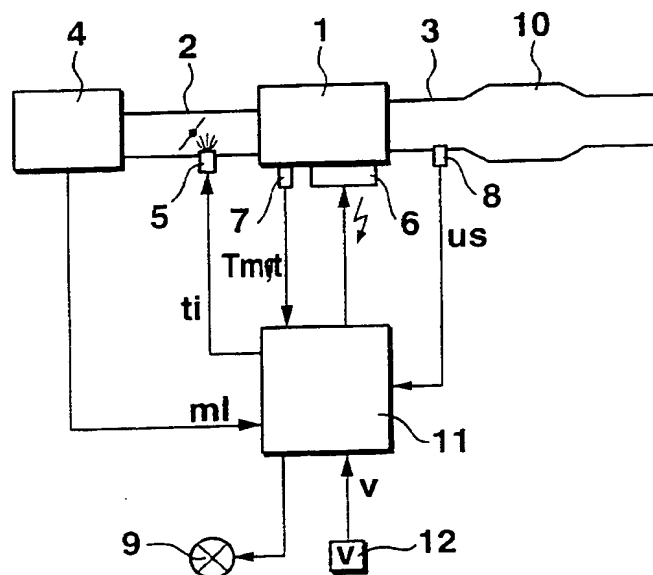
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Mezger, Manfred, 71706 Markgröningen, DE;
Ries-Mueller, Klaus, 74906 Bad Rappenau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Temperaturmodellbildung für den Abgasbereich eines Verbrennungsmotors

⑤7 Vorgestellt wird ein Verfahren zur Nachbildung einer Temperatur im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors auf der Basis von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors. Im Rahmen des Verfahrens erfolgt eine Überwachung des Verbrennungsmotors auf Verbrennungsaussetzer. Detektierte Aussetzer werden bei der Nachbildung der Temperatur im Abgasbereich berücksichtigt.



DE 197 44 067 A 1

Die Erfindung betrifft die Modellierung von Temperaturen im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors unter Berücksichtigung des Einflusses von Verbrennungsaussetzern. Dabei umfaßt der Begriff der Temperatur im Abgasbereich sowohl die Temperatur des Abgases hinter den Auslaßventilen des Verbrennungsmotors als auch die Temperatur der Rohre und Wandungen des Abgassystems, die Temperaturen von im Abgassystem angeordneten Komponenten, wie Katalysatoren und eine sich durch den Wärmeaustausch mit dem Abgassystem verändernde Abgastemperatur in Strömungsrichtung hinter den Auslaßventilen.

Es sind bereits verschiedene Verfahren zur Erkennung von Verbrennungsaussetzern bekannt. Die US 5 255 560 beschreibt eine auf der Auswertung von Drehzahlsschwankungen basierende Aussetzererkennung. Aus der US 5 311 138 ist eine Diagnose der Endstufen von Einspritzventilen bekannt, mit der u. a. Kurzschlüsse zur Versorgungsspannung und/oder zur Masse entdeckt werden können. Die US 5 046 470 beschreibt eine Zündkreisüberwachung. Die Kenntnis von Temperaturen im Abgasbereich kann für eine Vielzahl von Funktionen nützlich verwendet werden. Besonders nützlich ist sie für den Schutz von im Abgastrakt angeordneten Sensoren und Katalysatoren vor Überhitzung oder vor zu starker Abkühlung. In Zusammenhang mit einer möglichen Überhitzung ist es aus der DE-OS 43 41 584 (US-Serial Number 337 923, Anmeldetag 10.11.94) bekannt, daß Eingriffe auf die Kraftstoffeinspritzung einerseits und auf die Zündung andererseits, wie sie zur Momentenreduktion bei einer Antriebschlupfregelung (ASR) eingesetzt werden, die Abgastemperatur verschiedenartig beeinflussen. Die Abgastemperatur wird nach dieser Schrift zunächst ohne Berücksichtigung der ASR-Eingriffe modellhaft aus Betriebskenngrößen wie Last und Drehzahl des Verbrennungsmotors gebildet. Abhängig von der modellierten Temperatur und der Drehmomentenreduktionsforderung wird dann der hinsichtlich seines Temperatureinflusses unkritischere ASR-Eingriff gewählt. Variiert wird dabei insbesondere das Muster der Einspritzausblendungen, d. h. die Häufigkeit und Verteilung der Einspritzausblendungen auf die verschiedenen Zylinder innerhalb eines oder mehrerer Arbeitsspiele des Motors.

Weiterhin ist es bekannt, die kühlend wirkende Einspritzausblendung im Schiebetrieb bei der modellhaften Bildung der Abgastemperatur zu berücksichtigen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Angabe eines Verfahrens und einer Vorrichtung, die eine Modellierung einer Temperatur im Abgasbereich eines Verbrennungsmotors bei stimulierten Aussetzern in einzelnen Zylindern, bspw. beim ASR-Eingriff und/oder auch bei nicht stimulierten Aussetzern, d. h. bei nicht erwünschten Aussetzern, erlaubt.

Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Der Kern der Erfindung besteht darin, aus der Anzahl und Art der Verbrennungsaussetzer die Temperaturänderung im Abgasbereich zu bestimmen und bei der Modellierung der Temperatur im Abgasbereich zu berücksichtigen.

Die Temperaturänderung wird dann additiv mit der Modelltemperatur des aussetzerfreien Normalbetriebs verknüpft, um so die Modelltemperatur im Abgasbereich, insbesondere im Katalysator, bei Aussetzerbetrieb zu erhalten.

Wie bereits erwähnt, kann die Erkennung der Aussetzerart über ein standardmäßig vorhandenes Endstufendiagnoseverfahren der Einspritzventile erfolgen sowie alternativ

oder auch vorteilhafterweise zusätzlich über wenigstens ein Verfahren der elektrischen Zündkreisdiagnose, der Laufunruheauswertung, der Brennraumdruckauswertung, der Verbrennungslichtauswertung oder der Auswertung der Signale eines Abgassensors, der bspw. den Sauerstoff- oder Kohlenwasserstoffgehalt des Abgases mißt.

Ist keine Unterscheidung der Aussetzerart möglich, wie z. B. beim Laufunruheverfahren, so wird sicherheitshalber der kritischere Fall eines Temperaturanstiegs angenommen.

Die auf diese Weise unter Berücksichtigung des Aussetzereinflusses nachgebildete Katalysatortemperatur ermöglicht bspw. eine genauere Aktivierung von Fehlersignalen und Fehlerreaktionen, wie bspw. eine Änderung des Kraftstoff/Luftverhältnisses Lambda.

Generell profitieren davon alle Anwendungen, bei denen eine genaue Kenntnis einer Abgas- oder Abgastraktkomponententemperatur bei Aussetzern von Vorteil ist. So fördern beispielsweise verschiedene Behörden die Erkennung von Verbrennungsaussetzerraten, die zu Katalysatorschäden führen könnten. Den Katalysator schädigende Aussetzerraten liegen vor, wenn die Katalysatortemperatur als Folge der Aussetzer über 900–1000°C ansteigt. Durch eine verbesserte Beurteilung der Notwendigkeit von entsprechenden Schutzmaßnahmen bei Überschreiten der kritischen Katalysatortemperaturen können Katalysatorschäden verhindert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden mit Bezug auf die Figuren erläutert.

Fig. 1 zeigt das technische Umfeld der Erfindung.

Fig. 2 offenbart ein Ausführungsbsp. der Erfindung.

Die 1 in der Fig. 1 bezeichnet einen Verbrennungsmotor mit einem Saugrohr 2 und einem Abgastrakt 3. Im Saugrohr befindet sich ein Luftmassenmesser 4 und ein Kraftstoffzumeßmittel 5. Das Kraftstoffzumeßmittel kann alternativ auch direkt den Verbrennungsraum mit Kraftstoff versorgen. Der Verbrennungsmotor kann eine Zündanlage 6 aufweisen. Prinzipiell kann die Erfindung jedoch auch bei selbst zündenden Verbrennungsmotoren verwendet werden. Weiterhin weist der Verbrennungsmotor Sensoren 7 für Betriebsparameter wie Drehzahl n , Kühlmitteltemperatur T_{mot} usw. auf. Im Abgastrakt befindet sich wenigstens eine Abgassonde 8 und ein Katalysator 10. Ein Sensor 12 repräsentiert Betriebsparameter des vom Motor angetriebenen Fahrzeugs, bspw. die Fahrgeschwindigkeit v oder die Getriebefahrstufe, bzw. den eingelegten Gang.

Ein Steuergerät 11 empfängt die Signale von den verschiedenen Sensoren, insbesondere ein Signal m_L über die angesaugte Luftmasse, ein Drehzahlsignal n , ein Temperatursignal T_{mot} , ein Signal US über die Abgaszusammensetzung, ggf. die Fahrgeschwindigkeit v oder die eingelegte Getriebefahrstufe und bildet daraus Signale zur Steuerung der Brennkraftmaschinenfunktionen wie Einspritzung (Kraftstoffeinspritzimpulsbreite t_i) und Zündung. Zusätzlich weist das Steuergerät die bereits weiter oben genannten Überwachungsfunktionen auf. Beispiele dafür sind eine Überwachung der Steuergerät-Endstufen für Einspritzung und Zündung und anderer, für Sicherheit oder Abgasemissionen relevanter Komponenten.

Fig. 2 repräsentiert ein Beispiel der Bildung einer Abgastemperatur im Steuergerät aus den genannten und ggf. noch weiteren Eingangssignalen. Ein Block 2.1 stellt eine Abgastemperatur für stationäre Betriebsbedingungen bereit. Dazu kann ein Kennfeld dienen, das bspw. über Motortemperatur T_{mot} , Luftmassenstrom m_L und Fahrgeschwindigkeit v adressiert wird. Dabei repräsentiert m_L gewissermaßen die durch die Verbrennung im Motor entstehende Wärmemenge, T_{mot} den Einfluß der Motortemperatur auf die Abgastemperatur und v die kühlende Wirkung des Umgebungsluftstroms auf den Abgastrakt. Ein Block 2.2 reprä-

sentiert eine Nachbildung des zeitlichen Verlaufs der Abgas-
temperatur bei Änderungen des Betriebszustandes, d. h.
insbesondere bei Änderungen von Last m_L und Drehzahl n .
Block 2.2 kann bspw. als Tiefpaßfilter realisiert sein, dessen
Zeitkonstanten von den genannten Parametern abhängig
sind. Die vom Block 2.2. ausgegebene Temperatur TABG
kann jeder beliebigen Funktionseinheit zugeführt werden,
die diesen Temperaturwert als Eingangsgröße benötigt. Im
dargestellten Ausführungsbsp. wird sie einem Block 2.3 zur
Bildung der Katalysatortemperatur zugeführt. Auch dieser
Block kann als Filter realisiert sein, das den zeitlichen Ver-
lauf der Erwärmung des Katalysators nachbildet. Das Filter
2.3 weist dazu eine vom Luftmassenstrom m_L abhängige
Zeitkonstante auf. Die Katalysatortemperatur wird anschlie-
ßend einem Block 2.4 zugeführt, der bspw. Gegenmaßnah-
men bei unzulässig hohen Temperaturwerten auslösen kann.
Bsp. solcher Gegenmaßnahmen sind das Anschalten der
Lamdbaregelung bei fehlender Einspritzung in einzelnen
Zylindern und das Abschalten der Einspritzung in einzelnen
Zylindern, deren Zündung bspw. nicht mehr oder nur noch
eingeschränkt funktioniert. Die Zylinderabschaltung verhin-
dert, daß Kraftstoff aus dem nicht verbrennenden oder zün-
denden Zylinder in den Katalysator gelangt und dort ver-
brannt wird. Das Abschalten der Lamdbaregelung verhin-
dert eine Anfeuchtung der übrigen Zylinder, wenn einzelne Zy-
linder Luft pumpen. Beide Maßnahmen zielen daher darauf
ab, eine unerwünschte Gemischverbrennung im Abgas zu
verhindern. Bis hier entspricht die Darstellung des Abgas-
temperaturmodells dem Stand der Technik, wie er bspw.
aus der DE 43 38 342 bekannt ist. Ein Ausführungsbsp.
der Erfindung ergibt sich durch den nachfolgend beschriebe-
nen Einfluß der Blöcke 2.5 bis 2.8. Block 2.5 repräsentiert
eine an sich bekannte Funktion der Aussetzererkennung.
Wie eingangs dargestellt kann es sich dabei bspw. um eine
Laufruheüberwachung auf Drehzahlbasis, eine Überwa-
chung der Endstufen von Einspritzung und/oder Zündung
und/oder um weitere bekannte Verfahren wie die Auswer-
tung des Brennraumdrucks, des Verbrennungslichtes, des
Ionenstroms, der Abgaszusammensetzung usw. handeln.

Werden Aussetzer erkannt, wird ein Schalter 2.6 oder 2.7
geschlossen. Dabei verbindet Schalter 2.6 das Abgas-
temperaturmodell mit einem temperatursteigernden Offset. Dieser
wird durch einen Block 2.8, bspw. aus einem Last-Drehzahl-
Kennfeld bereitgestellt. Mit anderen Worten: Werden Aus-
setzer erkannt, so wird deren potentiell temperaturstei-
gernde Wirkung auf den Katalysator durch einen positiven
Offset bei der Bildung der Modell-Katalysatortemperatur
berücksichtigt. Die Verknüpfung mit der auf herkömmliche
Weise gebildeten Modell-Abgas-temperatur erfolgt im Block
2.9 bspw. so, daß last- und drehzahlabhängig pro Aussetzer
die erwartete Temperaturerhöhung ggf. abhängig vom Aus-
setzertyp zur Katalysatortemperatur im Normalbetrieb ad-
diert wird.

Die Kennfeldspeicherung der Temperaturoffsetwerte
stellt gewissermaßen ein Bsp. dar, das auf einem empiri-
schen Ansatz zur Ermittlung der Kennfeldwerte beruht.

Alternativ dazu kann die Temperaturerhöhung, einem
theoretischen Ansatz folgend, aus der nicht im Motor ver-
brannten Kraftstoffmenge berechnet werden. Dabei ist zu
berücksichtigen, daß bei hohen Luftdurchsätzen ein Teil des
Kraftstoffes bereits im Hosenrohr verbrennt und daher nicht
in vollem Umfang steigend auf die Katalysatortemperatur
wirkt.

Die auf diese Weise unter Berücksichtigung des Ausset-
zeinflusses nachgebildete Katalysatortemperatur ermög-
licht bspw. eine genauere Aktivierung von Fehlersignalen.
Bislang wurde eine Fehlerlampe 2.10 dann aktiviert, wenn
vermutlich Katalysatorschädigende Aussetzerraten auftra-

ten. Dazu wurden in einem Block 2.11 die erkannten Ausset-
zer zur Zahl der Arbeitstakte in Beziehung gesetzt und die
Fehlerlampe beim Überschreiten eines Schwellwertes für
die Rate der Aussetzer bezogen auf die Arbeitstakte akti-
viert. Welche Rate tatsächlich katalysatorschädigend wirkte
war dabei nicht exakt bekannt, da der entsprechende
Schwellwert auch von der Katalysatortemperatur selbst ab-
hängig ist. Ein kalter Katalysator toleriert eine höhere Aus-
setzerrate als ein heißer Katalysator.

Die Erfindung ermöglicht eine Modellierung der Kataly-
satortemperatur unter dem Einfluß von Aussetzern. Bei der
Aktivierung der Fehlerlampe kann daher zusätzlich die Ka-
taly-satortemperatur unter diesem Einfluß berücksichtigt
werden. Dazu dient in der Fig. 2 der Schalter 2.12. Im vor-
liegenden Ausführungsbsp. wird dieser erst geschlossen
wenn, die modellierte Katalysatortemperatur kritische
Werte erreicht. Das sichert die sonst von der statistischen
Auswertung der Aussetzerraten ausgelöste Aktivierung zu-
sätzlich ab.

Wenn die Aussetzererkennung zwischen den verschiede-
nen Ursachen von Aussetzern unterscheiden kann, kann sie
auch einen potentiell kühlenden Einfluß, bspw. von Ein-
spritzabschaltungen bei ausgeschalteter Lamdbaregelung
berücksichtigen. Dazu dient der Block 2.13, der einen nega-
tiven, also temperatursenkenden Offset bereitstellt. Werden
also temperatursenkend wirkende Aussetzer festgestellt,
kann deren Einfluß über den Schalter 14 auf die auf her-
kömmliche Weise gebildete Modell-Katalysatortemperatur
einwirken.

Als weitere Anwendung sind Betriebszustände denkbar,
bei denen bewußt Aussetzerbetrieb gefahren wird. Dies ist
z. B. bei dem weiter oben bereits erwähnten ASR-Betrieb
der Fall: In Anlage 1 das oben dargestellte Ausführungsbsp.
mit dem Last-Drehzahlkennfeld zur Speicherung eines Tem-
peraturoffsets.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Nachbildung einer Temperatur im
Abgasbereich eines Verbrennungsmotors auf der Basis
von Betriebsparametern des Verbrennungsmotors, **dadurch gekennzeichnet**, daß Verbrennungsaussetzer in
einzelnen Zylindern bei der Nachbildung der Tempera-
tur im Abgasbereich berücksichtigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß vom Steuergerät des Verbrennungsmotors sti-
mulierte Verbrennungsaussetzer (ASR-Eingriff) bei
der Nachbildung der Temperatur berücksichtigt wer-
den.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß der Verbrennungsmotor auf das Auftreten von
Verbrennungsaussetzern überwacht wird und daß das
Auftreten von durch die Überwachung erkannten Aus-
setzern bei der Nachbildung der Temperatur im Abgas-
bereich berücksichtigt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeich-
net, daß aus Anzahl und Art der Verbrennungsaussetzer
die Veränderung der Katalysatortemperatur berechnet
wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeich-
net, daß die berechnete Veränderung der Katalysator-
temperatur zur Temperatur im Normalbetrieb addiert
wird, um die Katalysatortemperatur im Aussetzerbe-
trieb zu erhalten.
6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die erwartete Temperaturänderung im
Aussetzerbetrieb über Last und Drehzahl in einem
Kennfeld gespeichert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß für verschiedene Aussetzerarten verschiedene Kennfelder verwendet werden.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß pro Aussetzer ein Temperatur-offset-Wert, d. h. eine Temperaturänderung abgespeichert und ggf. addiert wird. 5

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, der Wert der zu erwartenden Temperaturänderung bei erkannter fehlender Einspritzung negativ und bei den anderen Fehlerarten positiv ist. 10

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zu erwartende Temperaturerhöhung im Falle eines Verbrennungsaussetzers bei erfolgter Einspritzung aus der nicht verbrannten Kraftstoffmenge berechnet wird. 15

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zu erwartende Temperaturerhöhung für den Katalysator bei hohen Luftdurchsätzen abgeschwächt wird. 20

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

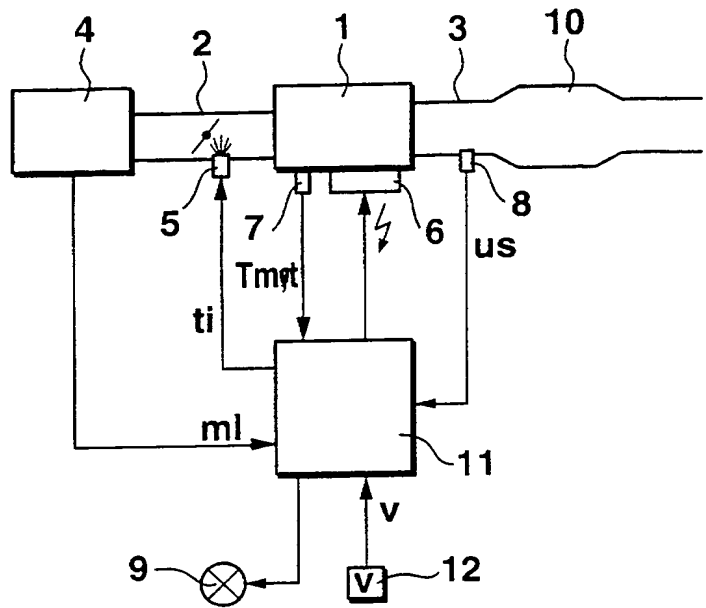


Fig. 2

